

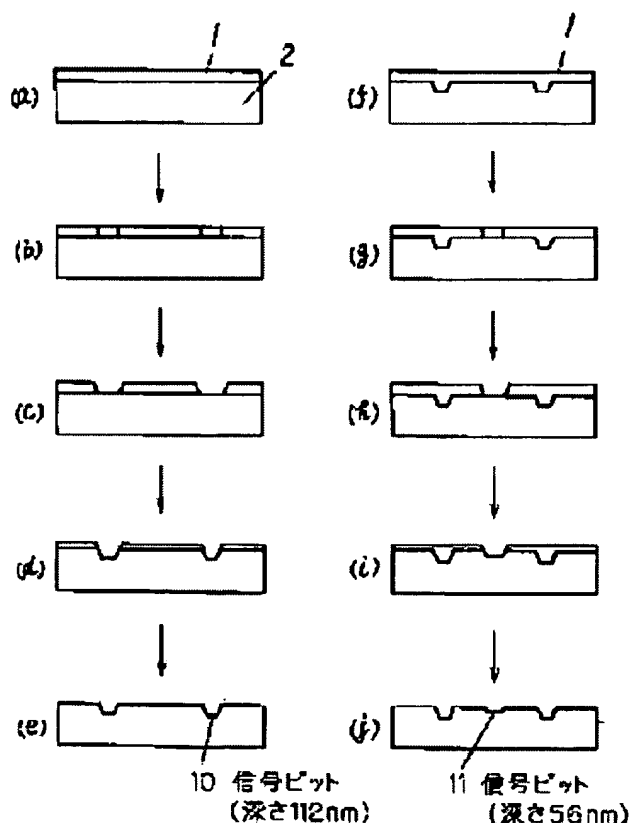
PRODUCTION OF OPTICAL MASTER DISK**Publication number:** JP6150392**Publication date:** 1994-05-31**Inventor:** KISHI TOSHINORI; NAGASHIMA MICHIOYOSHI; UENO FUMIAKI; TAKAMOTO KENJI; MIYAMOTO HISAKI; ABE SHINYA**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**Classification:****- international:** G11B7/26; G11B7/26; (IPC1-7): G11B7/26**- European:****Application number:** JP19920300742 19921111**Priority number(s):** JP19920300742 19921111

Report a data error here

Abstract of JP6150392

PURPOSE: To produce the optical master disk having very small signal pits and to produce the optical master disk having a high density and the signal pits varying in signal pit depth alternately in adjacent tracks.

CONSTITUTION: Signals are recorded with a laser beam on a disk substrate 2 coated with a photoresist 1 and after this resist is developed, the disk substrate 2 is etched, thereby, the micropits are formed. The plural signal pit arrays 10, 11 varying in pit depth are formed on the same disk substrate 2 by etching the resist after changing an etching quantity at the time of the etching in the above-mentioned stage, then repeating the above-mentioned stage plural times.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-150392

(43) 公開日 平成6年(1994)5月31日

(51) Int.Cl.⁵

G 1 1 B 7/26

識別記号

5 0 1

庁内整理番号

7215-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数12(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平4-300742

(22) 出願日 平成4年(1992)11月11日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 貴志 俊法

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 永島 道芳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 植野 文章

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小鍛治 明 (外2名)

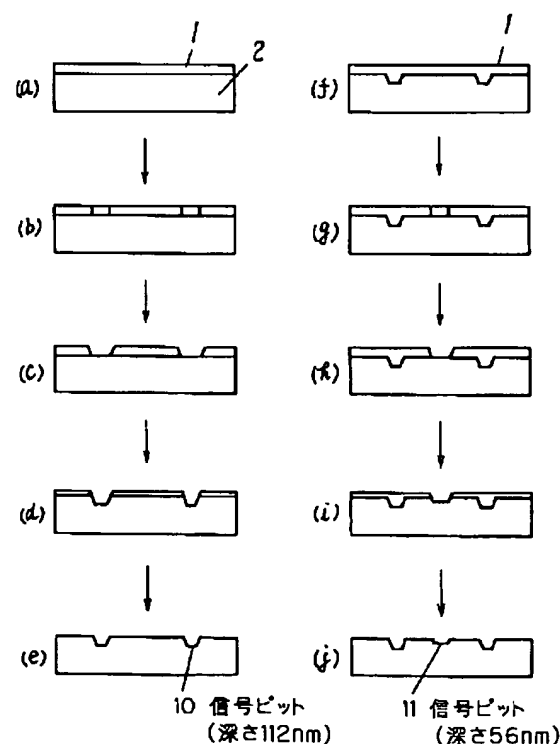
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスク原盤の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 微小な信号ビットを持つ光ディスク原盤を製造すること、および隣接するトラックで交互に信号ビット深さが異なる信号ビットを持つ高密度な光ディスク原盤を製造することを目的とする。

【構成】 フォトリソ resist 1 を塗布したディスク基板 2 に、レーザ光により信号を記録し、現像した後ディスク基板 2 をエッチングすることにより微小ビットを形成する。また前記工程のエッチング時にエッチ量を変更してエッチングし、前記工程を複数回繰り返すことにより、ビット深さの異なる複数の信号ビット列 10、11 を同一ディスク基板 2 上に形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光ディスク原盤の製造方法において、フォトレジストを、形成すべきピット深さをディスク基板材料エッチレートのフォトレジストのエッチレートに対する割合（選択比）で除した値より厚い膜厚にて塗布する工程と、レーザ光を基板上に照射し露光する工程と、露光部を現像し基板表面を露出させる工程と、露出した基板表面部をエッチングし基板上に信号ピットを形成する工程と、該基板上に残存するフォトレジストを除去する工程からなる光ディスク原盤の製造方法。

【請求項2】2種類以上のピット深さを有する光ディスク原盤の製造方法において、

ディスク基板にフォトレジストを塗布する工程
ディスク基板を回転させながら、レーザ光をディスク上の半径方向に移動させることにより、ピット列をスパイラル状あるいは同心円状に露光する工程
露光部を現像し基板表面を露出させる工程
基板露出部を所望深さまでエッチングする工程
基板上に残存するフォトレジストを除去する工程を1サイクルとし、

各サイクル内のエッチング工程それぞれにおいて、エッチ量を変化させながら前記サイクルを複数回繰り返すことにより、繰り返しサイクル数と同じ種類数の異なる深さを持つピット列を形成することを特徴とする光ディスク原盤の製造方法。

【請求項3】2回目以降のサイクルにおける露光工程において、それ以前のサイクルによって形成されたピット列の少なくとも1列にトラッキングをかけながら露光する請求項2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項4】k種類のピット深さを有する光ディスク原盤を製造する場合において、n回目サイクルと(n+1)サイクルとのピット列間距離を L_n としたときに、(n+1)回目サイクルにおけるレーザ光による露光開始位置を、n回目サイクルの露光開始位置から L_n だけ径方向へシフトさせ、かつ各サイクルにおけるディスク1回転ごとのレーザ光のディスク径方向への移動距離が、 $(L_1 + L_2 + \dots + L_k)$ となるよう移動させる請求項2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項5】サイクルの繰り返し回数を2回とし、再生用レーザ光の波長を λ 、再生用ディスクにおける再生用ディスク基材の屈折率を n としたとき、 $\lambda/4n$ および $\lambda/8n$ の深さを有するピット列を形成する請求項2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項6】ディスク状の基材上に被エッチング材料を成膜したものをディスク基板とする請求項1または2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項7】エッチング工程における被エッチング材料のエッチレートと比較して、十分に低いエッチレートを

のをディスク基板とする請求項1記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項8】エッチング工程における被エッチング材料のエッチレートと比較して、十分に低いエッチレートを

10 持つ材料よりなるディスク状の基材上に、被エッチング材料を、所望ピット深さの最大値の厚みと等しい膜厚にて成膜したものをディスク基板とする請求項2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項9】形成すべきピット深さをディスク基板材料エッチレートのフォトレジストのエッチレートに対する

20 割合（選択比）で除した値に、現像工程時における未露光部の膜減り量を加えた厚みを最低塗布膜厚とし、該最低塗布膜厚より大きくとも50nm厚い膜厚にてフォトレジストを塗布する請求項1または2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項10】エッチング工程を、異方性エッチングによって行う請求項1または2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項11】ディスク状の基材および被エッチング材料として、露光の際に用いるレーザ波長に対する表面反射率が90%以下であるものを用いる請求項1または2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項12】被エッチング材料として、少なくとも金、銀、銅、白金、パラジウムのいずれかをを含むものを用いる請求項1または2記載の光ディスク原盤の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高密度光ディスク原盤の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の再生専用の光ディスク原盤の製造方法を図6を用いて説明する。

【0003】従来の再生専用の光ディスク原盤は、鏡面研磨されたガラスディスク基板2上に、フォトレジスト1をスピコート法等にて塗布する工程（同図（a））、前記ディスクを回転させながらレンズにより集光されたレーザ光を記録信号に応じてON、OFFさせて基板上に照射し、フォトレジストを露光して露光部3を形成する工程（同図（b））、現像により露光部を溶解する工程（同図（c））によって製造されていた。なお製造された光ディスク原盤は、ニッケル（Ni）等による複製（スタンパ12）を作成し（同図（d））、そのスタンパ12を金型とレインジェクション装置にて再生用ディスクを大量に複製されていた。上記従来の方法において、フォトレジストの塗布厚は、信号ピットの深さそのものとなるため、塗布厚は変更することはできない。

【0004】また、従来の光ディスク原盤では、形成され得る信号ピットの深さは、光ディスク原盤上の全領域

において一定であり、再生レーザ波長およびレンズの開口 (NA) によって決定される分解能により、再生可能なビット長およびトラック幅が制限されていた。このため、光ディスクの記憶容量をより高密度にすることが困難であり、これを解決する方式がいくつか提案されている。特開昭54-136303によれば、隣接するトラックで深さの異なるビット列を、スパイラル状あるいは同心円状に形成されたディスクによって、トラック幅を小さくすることが可能となる方式が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光ディスク原盤の製造方法では、前記したようにフォトレジストの塗布厚は、必ず $\lambda/4n$ (再生用レーザ光の波長を λ 、再生用ディスクにおけるビット形成部材料の屈折率を n とする) 内外にする必要があり、フォトレジストの厚みは常に一定値であり、以下に述べるような問題がある。

【0006】一般に、フォトリソグラフィプロセスによって得られるパターン形状は、フォトレジスト上に照射された光の積分量と、前記光の積分量に対する現像時の残膜率から求めることができる。図7(a)はレーザ露光時の、レーザ光とディスク基板との相対移動方向と垂直方向の積分光量の分布を示したものである。

【0007】通常、光ディスク原盤製造の露光工程にて使用するレーザ光強度の面内分布は正規分布をしており、その場合には記録信号ビットの幅方向の積分光量分布も正規分布となる。これらの積分光量に対し、図7(b)に示すような現像時の残膜率を乗じることにより、図7(c)に示すようなビット幅方向のビット断面形状が得られる。

【0008】図7(c)より分かるように、ビット断面形状は、ビット底部のビット幅に対してビット頂部の幅が広くさび形となっている。フォトレジスト厚が一定の場合、ビット幅を細くするには、レーザ強度を小さくすることにより可能であるが、ビット底部の幅がビット頂部の幅に比較して急激に細くなり、ビット側壁がだれるため、再生信号品質が劣化してしまう。

【0009】すなわち、一定膜厚にてフォトレジスト塗布しなくてはならない限り、良好な再生信号品質を有するビット形状を形成するためには、一定以上の光強度で記録しなければならず、そのためビット形状の微小化においては限界があるという問題があった。

【0010】また、特開昭54-136303号公報にあるような、異なるビット深さを持つ光ディスクは、その原盤を製造することが困難であった。

【0011】本発明は上記従来技術の課題に鑑み、高密度な光ディスク原盤の製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

の本発明の第1の方法は、フォトレジストを、形成すべきビット深さをディスク基板材料エッチレートとのフォトレジストのエッチレートに対する割合(選択比)で除した値より厚い膜厚にて塗布する工程と、レーザ光を基板上に照射し露光する工程と、露光部を現像し基板表面を露出させる工程と、露光部をエッチングし基板露出部をエッチングする工程と、基板上に残存するフォトレジストを除去する工程からなる。

【0013】なお好ましくは、前記エッチング工程における被エッチング材料のエッチレートと比較して、十分に低いエッチレートを持つ材料よりなるディスク状の基材上に、被エッチング材料を、所望ビット深さと等しい厚みにて成膜したものをディスク基板とするのが良い。

【0014】また上記目的を達成するための第2の手段は、2種類以上のビット深さを有する光ディスク原盤の製造方法において、

ディスク基板にフォトレジストを塗布する工程

ディスク基板を回転させながら、レーザ光をディスク上の半径方向に移動させることにより、ビット列をスパイラル状あるいは同心円状に露光する工程

露光部を現像し基板表面を露出させる工程

基板露出部を所望深さまでエッチングする工程

基板上に残存するフォトレジストを除去する工程

を1サイクルとし、各サイクル内のエッチング工程それぞれにおいて、エッチ量を変化させながら前記サイクルを複数回繰り返すことにより、繰り返しサイクル数と同じ種類数の異なる深さを持つビット列を形成するものである。

【0015】

【作用】上記手段によれば、次のような作用が得られる。

【0016】前記したように、露光、現像工程によってフォトレジストに形成されたビットの断面形状はくさび形になっている。露出した基板をエッチングすることにより前記ビットのビット底部が、エッチングされたビットの頂部となる。すなわち、エッチングによって基板に形成されたビットは、フォトレジストに形成されたビットに比べ小さくなる。

【0017】また、前記エッチング工程における被エッチング材料のエッチレートと比較して、十分に低いエッチレートを持つ材料よりなるディスク状の基材上に、被エッチング材料を、所望ビット深さと等しいの厚みにて成膜したものをディスク基板とすることで、エッチング時に、ディスク基材のエッチレートが低いため基材表面がストップとなり、それ以上のエッチングを防ぐ。そのためビット底面が平滑な信号ビットを形成することができる。

【0018】また一方、フォトレジスト塗布、露光、現像、エッチング、フォトレジスト除去という上記したサイクルを複数回繰り返し、その各エッチング工程におい

て、エッチング量を任意に設定することにより、基板上に任意の深さを持った複数のビット列を形成することができる。本手段によれば、基板上への各ビット列の形成を独立に行うため、それぞれのエッチング工程で、エッチング時間をコントロールすることにより、それぞれのビット深さを精確に制御して形成することができる。

【0019】

【実施例】以下具体的な例をもって本発明を詳述する。

【0020】（実施例1）実施例の1として、ディスク基板2として銅を用い、エッチング工程をイオン源による異方性エッチングを行う場合について説明する。本実施例において再生レーザの波長を670nm、再生用ディスクの基材の屈折率を約1.5である。

【0021】図1は実施例の1における光ディスク原盤の製造方法の工程を示したものである。

【0022】まず銅ディスク基板2上に、フォトレジスト1（AZ1350、シブレイ社製）をスピンコート法にて40nm程度の膜厚に塗布する（図1（a））。この膜厚は所望ビット深さすなわち $\lambda/4n=112\text{nm}$ を、フォトレジスト1の銅に対する選択比3で割った値37.3nmに現像による膜減り量10nmを加えた値より約3nm厚に設定にしている。なお、3.3nm厚めに塗布するのは、フォトレジスト1およびディスク基材のエッチレートにばらつき、特に選択比が小さくなる方向へのばらつきを考慮した余裕分であり、その余裕分は小さければ小さいほどよい。通常の光ディスク原盤の製造工程においては、最大でも50nm余分に塗布すれば十分である。

【0023】これを通常の光ディスク原盤の製造方法と同様に信号ビットを露光し（図1（b））、現像によって基板表面を露出させる（図1（c））。

【0024】上記ディスク基板2を図2に示したイオンエッチング装置の基板支持台8上に設置し、イオン源5からイオンビーム7を照射し、112nmの深さでディスク基板2の露出した領域をエッチングする。エッチングの条件は、導入気体をアルゴン（Ar）とし、ビーム電圧300V、ディスク基板2表面電流密度0.3mA/cm²とする。本実施例の装置構成の場合、この条件での銅のエッチレートは16.2nm/minであるので、6.9分エッチングすることにより、ビット深さ112nmとなる（図1（d））。

【0025】エッチングすることにより図1cに示したビット底部が、エッチングされたビットの頂部となる。またエッチングされた銅が、フォトレジスト1の側壁に付着し横方向へのエッチングを妨げるために、基板に形成されたビット底部の幅は、ビット頂部の幅より狭く形成される。また、側壁の傾きはフォトレジスト1の露光形状によらないため、露光の可能な限り小さいビットを、側壁がだれることなく形成することができる。

【0026】エッチングされたディスク基板2上には、

マスク材として用いたフォトレジスト1が残存しているために、図2の装置のイオン源内に酸素を導入し、今度は酸素イオンビームを照射することにより、フォトレジスト1を灰化し除去する（図1（e））。

【0027】以上の工程を行うことで、従来の光ディスク原盤の製造方法にて形成し得る最小ビットより小さいビットを持つ光ディスク原盤を作製することができる。

【0028】なお、ビット幅方向に幅が小さくなると同時に、ビット長さ方向へも長さが減少し、ビット長さとビット間長さの比（デューティ）が変化することが予想される。これによって再生時に高次（特に2次）の周波数成分が現れ、再生信号に影響を与える場合は、あらかじめ、エッチングされた後のビット長さとビット間とが長さ等しくなるように、レーザのON、OFFの際にレーザONの時間を長めに設定して露光してやれば良い。

【0029】また、残存フォトレジスト1の除去は、酸素プラズマを基板に接触させ灰化させる方法の他に、オゾンによる方法や、一般に市販されているフォトレジスト1リムーバ等を用いても良い。

【0030】以上、本方法によればフォトレジスト1の膜厚を薄くすることが可能であり、露光レーザ光強度の調整により、微小な信号ビットを形成することが可能となり、また形成されたビット形状も側壁がなまることなく良好な再生信号品質を有する光ディスク原盤を作製することができる。

【0031】（実施例2）次に実施例の2として、ディスク基板2として、ガラスディスク基材上に銅の膜をスパッタ法により形成したものをを用いた場合について説明する。

【0032】図3aに示したように、ガラスディスク基材上にRFスパッタ法にて、所望ビット深さと等しい膜厚だけ膜形成を行う。

【0033】以下実施例の1に示したものと同様の工程を行うと、図3（f）に示す様な断面形状を持つ光ディスク原盤が作製できる。

【0034】すなわちスパッタした層の厚みを、所望ビット深さと等しくすることで、エッチング時に、ディスク基材の表面がストッパとなり、ビット底面が平滑な信号ビットを形成することができる。

【0035】また、エッチング速度の遅い領域があることも考慮して、所望深さを丁度エッチングするように設定したエッチング時間の、10%以下の時間にて過剰にエッチングを行うことにより、設定エッチング時間で完全にエッチングされなかった部分も、ディスク基材表面までエッチングし、ビット底部が平滑な信号ビットを形成することができる。

【0036】本実施例においては、被エッチング材料9を形成するディスク基材のエッチレートが、被エッチング材料に比べてより低いものを用いることにより、エッチング速度の大きい部分が、所望ビット深さより過剰に

エッチングされるのを防ぐ効果が高くなる。また、ディスク基材と被エッチング材料との間にエッチレートの低い物質からなる膜、例えばニッケル (Ni)、クロム (Cr)、チタン (Ti)、タンタル (Ta)、タングステン (W)、酸化珪素 (SiO₂)、炭素膜 (C) 等を形成しておいても同様の効果が得られる。

【0037】なお膜の形成方法に関して、本実施例ではRFスパッタ法を用いて形成したが、蒸着法、DCスパッタ法、イオンビームスパッタ法等、薄膜形成することが可能であれば、本質的には同様である。また、基材と被エッチング材との付着強度を強めるために、膜形成時にAr等のイオンビーム照射によってディスク基材を活性化してやるのも効果的である。

【0038】(実施例3) 次に実施例の3として、実施例の1と同様に銅基板を用い、該基板上にビット深さ $\lambda/4n$ および $\lambda/8n$ の2種類のビット列を持ち、また各ビット列のトラックピッチは $1.1\mu\text{m}$ 、2種類のビット列間のトラックピッチは $0.55\mu\text{m}$ であるディスク原盤の製造方法を説明する。本実施例においても、再生レーザの波長および再生用ディスクの基材の屈折率を実施例の1と同様の場合は、 $\lambda/4n$ および $\lambda/8n$ は、それぞれ 112 、 56nm となる。

【0039】図4は実施例の3における光ディスク原盤の製造方法の工程を示したものである。図4においてaからeは深さ 112nm のビット列を作製する工程、fからjは深さ 56nm のビット列を形成する工程を示したものである。

【0040】図4(a)から(e)の深さ 112nm のビット列を作製する工程は、実施例の1に示したものと同様である。本実施例の場合の露光工程においては、ディスクが1回転するごとの、照射レーザ光の半径方向の送りピッチは $1.1\mu\text{m}$ とした。

【0041】次にビット列の記録されたディスク基板2に、再度フォトリソ1を塗布する。このときの膜厚は 32nm 程度とする(図4(f))。露光時には図4(a)から(e)で形成した深さ 112nm のビット列によってトラッキングをかけ、前記ビット列から $0.55\mu\text{m}$ の距離離れたところに、新たにビット列を露光する(図4(g))。露光を終えたディスク基板2を現像し(図4(h))、エッチング工程で、実施例の1で述べたものと同様のイオン源エッチング装置によって、 3.45 分エッチングし、深さ 56nm のビット列を形成する(図4(i))。最後に残存するフォトリソ1を除去し(図4(j))、光ディスク原盤が完成する。

【0042】本実施例においては、2種類の深さを持つ光ディスク原盤の製造例を示したが、それ以上の種類の深さをもつディスク原盤を製造する場合にも、本実施例の2回目の工程(fからi)を次々に繰り返すことで同様に製造することができる。

【0043】また、本実施例の場合2回目以降のビット列の記録の際に、それ以前の工程で形成されたビット列との位置の制御を、それ以前の工程で形成されたビット列の少なくとも1列にトラッキングをかけることによって行ったが、レーザ初期位置、送りピッチ、および偏心等の機械的揺らぎを、精度高く制御できる場合には、レーザ露光時の照射位置制御を以下に示す方法によっても同様の効果が得られる。

【0044】いま、k種類のビット深さをもつ光ディスク原盤を製造するとする。n回目サイクルと(n+1)サイクルとのビット列間距離を L_n としたときに、(n+1)回目サイクルにおけるレーザ光による露光開始位置を、n回目サイクルの露光開始位置値から L_n だけ径方向へシフトさせ、かつ各サイクルにおけるディスク1回転ごとのレーザ光のディスク径方向への移動距離が、 $(L_1+L_2+\dots+L_k)$ となるよう移動させる。これによって製造されたディスク原盤は図5に示すような表面形状を持つ。

【0045】なお実施例の2において示したのと同様の方法、すなわち所望ビット深さの中で最大の値と等しく成膜することにより、最も深いビットに関しては実施例の2と同様に、ビット底面が平滑な信号ビットを形成することができる。

【0046】以上実施例1、2、3によって本発明を説明した。なお実施例1、2、3においてディスク基板2として銅を用いたが、エッチング方法が存在するのであれば、いかなる材料でも原理的には同様の効果を得ることができる。例えば、エッチレートの高い金属、すなわち金、銀、白金、パラジウム等のいずれかを含む材料の場合であれば、本実施例と同様の物理的エッチング法にてエッチングすることにより、またガラス基板、Si基板、GaAs基板等を用いる場合には、エッチング工程を反応性エッチング(RIE法)によって行えば良い。

【0047】また、エッチング方法に関して、エッチング方法の種類によらず、エッチング工程を行うことのみで微小ビットの形成は可能であるが、ビット幅方向にエッチングされにくい、より高い異方性をもつエッチング方法によって行うほど、微小ビット形成の効果は高くなる。

【0048】また、被エッチング材料として、露光の際に用いるレーザ光波長に対する表面反射率が90%以下の物質を用いれば、フォトリソ1への入射光と被エッチング材表面からの反射光との干渉による、定在波効果を低減できるため照射パワーを増加させる必要がなくなるため、より小さいビットを形成することができる。

【0049】これと同様に被エッチング材の表面に、反射率の低い物質からなる膜を数nm程度形成しておいても良い。ただしこの場合、膜物質のエッチレートが高くなくてはならない。

【0050】

【発明の効果】本発明の第1の方法の効果は、フォトレジストを、形成すべきビット深さを形成すべきビット深さをディスク基板材料エッチレートとのフォトレジストのエッチレートに対する割合（選択比）で除した値より厚い膜厚にて塗布する工程と、レーザ光を基板上に照射し露光する工程と、露光部を現像し基板表面を露出させる工程と、露光部をエッチングし基板露出部をエッチングする工程と、基板上に残存するフォトレジストを除去する工程によって、より小さい信号ビットが形成された光ディスク原盤を製造することが可能となる。

【0051】また本発明の第2の方法によれば、繰り返しサイクル数と同じ種類数の異なる深さを持つビット列を形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の工程図

【図2】本発明の第1の実施例において用いるエッチング装置の模式図

【図3】本発明の第2の実施例の工程図

【図4】本発明の第3の実施例の工程図

【図5】本発明の第3の実施例におけるディスク原盤の表面形状図

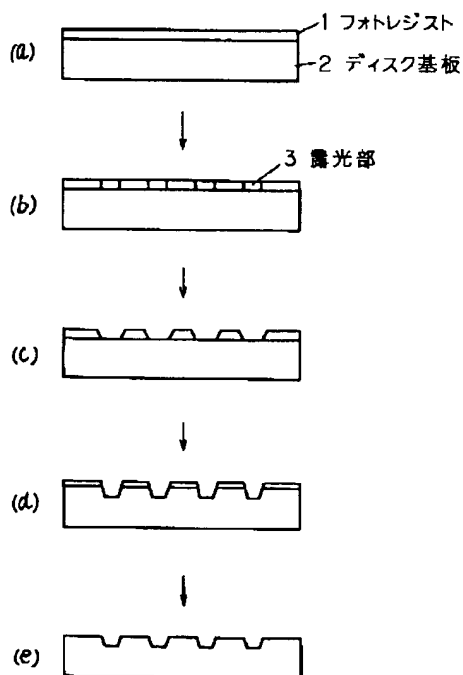
【図6】従来例の光ディスク原盤の製造方法を示した工程図

【図7】従来例の光ディスク原盤の露光現像工程によって形成されるビットの説明図

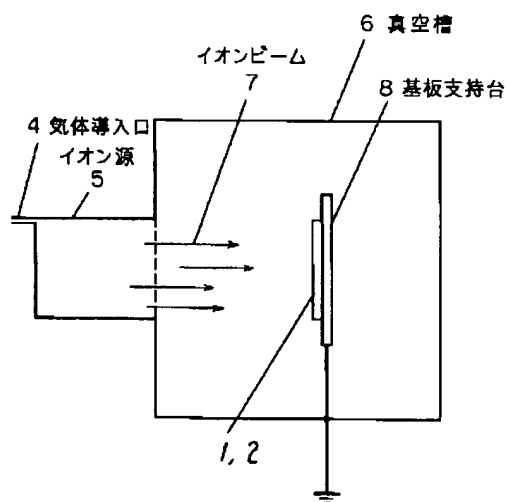
【符号の説明】

- 1 フォトレジスト
- 2 ディスク基板
- 3 露光部
- 5 イオン源
- 7 イオンビーム
- 8 基板支持台
- 9 被エッチング材
- 10、11 信号ビット
- 12 スタンプ

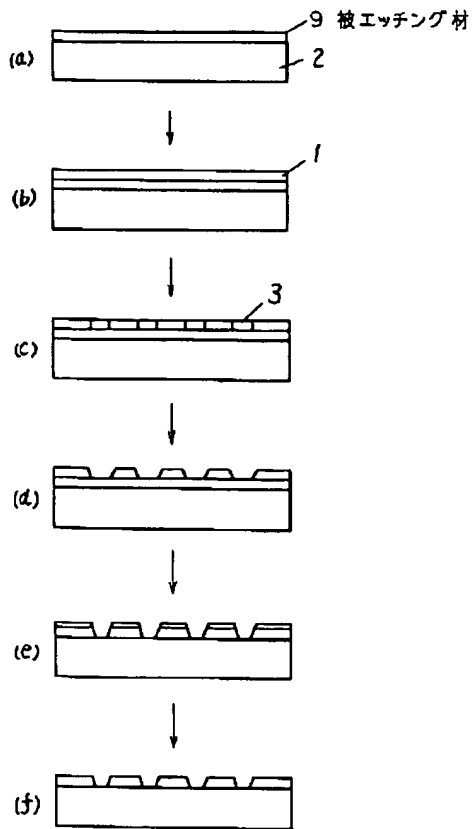
【図1】



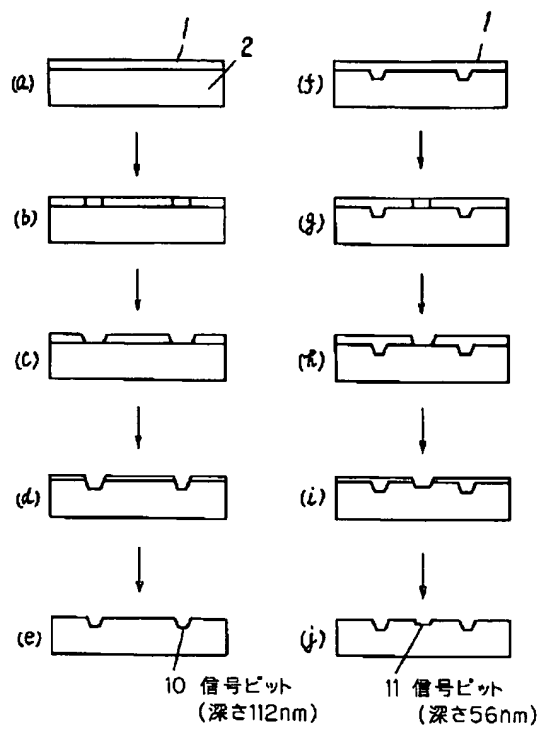
【図2】



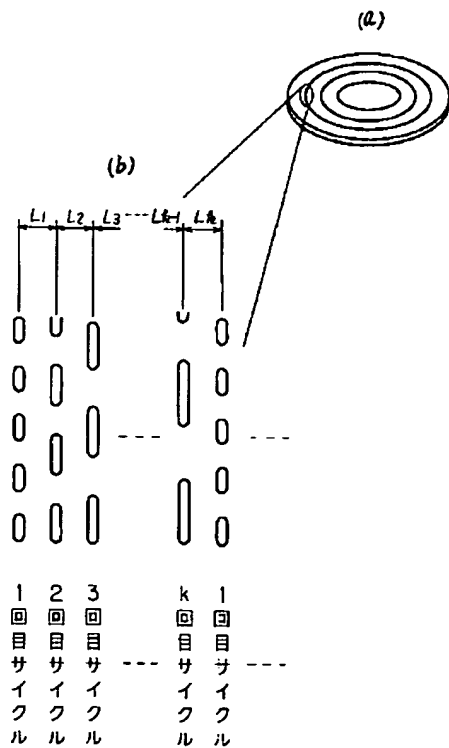
【図3】



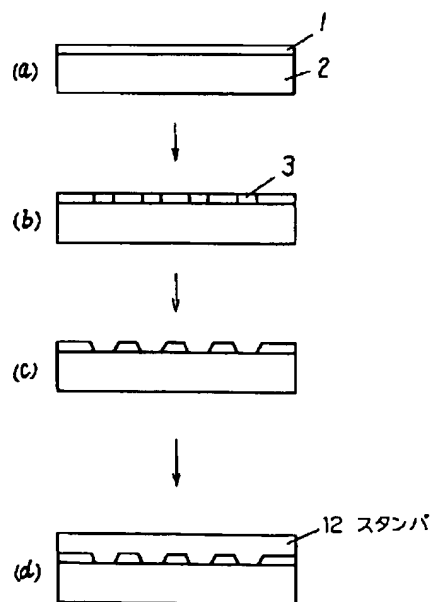
【図4】



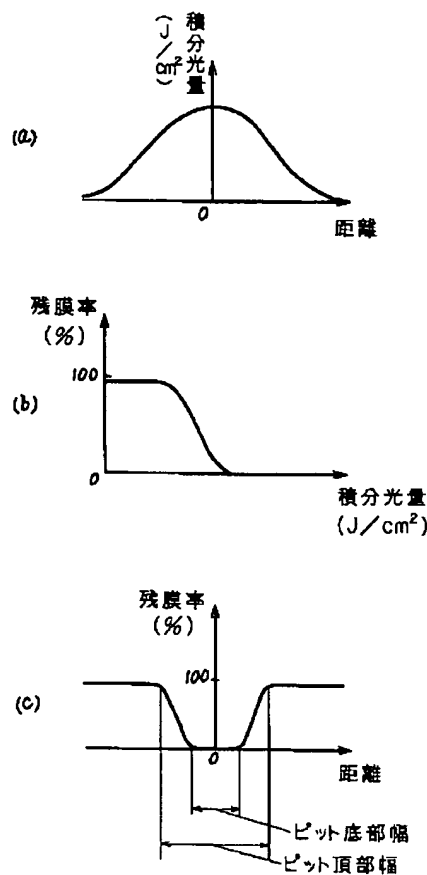
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 高本 健治
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 宮本 寿樹
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 阿部 伸也
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内